HAL open science

Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire

Laurent Piet, Magalie Fevrier, Yvon Le Caro, Philippe Michel, Vincent Pereira

To cite this version:

Laurent Piet, Magalie Fevrier, Yvon Le Caro, Philippe Michel, Vincent Pereira. Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire. [Travaux universitaires] UMR SMART - LERECO; UMR ESO, Espaces et Sociétés; Observatoire socio-économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire. 2019, 35 p. hal-02162574

HAL Id: hal-02162574

https://hal.science/hal-02162574v1

Submitted on 21 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Working Papers SMART - LERECO

Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire

Laurent PIET, Magali FEVRIER, Yvon LE CARO, Philippe MICHEL, Vincent PEREIRA

Working Paper SMART – LERECO N°19-07

June 2019

UMR INRA-Agrocampus Ouest **SMART - LERECO**

(Laboratoires d'Etudes et de Recherches en Economie sur les Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires)

Les Working Papers SMART-LERECO ont pour vocation de diffuser les recherches conduites au sein des unités SMART et LERECO dans une forme préliminaire permettant la discussion et avant publication définitive. Selon les cas, il s'agit de travaux qui ont été acceptés ou ont déjà fait l'objet d'une présentation lors d'une conférence scientifique nationale ou internationale, qui ont été soumis pour publication dans une revue académique à comité de lecture, ou encore qui constituent un chapitre d'ouvrage académique. Bien que non revus par les pairs, chaque working paper a fait l'objet d'une relecture interne par un des scientifiques de SMART ou du LERECO et par l'un des deux éditeurs de la série. Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent cependant que leurs auteurs.

The SMART-LERECO Working Papers are meant to promote discussion by disseminating the research of the SMART and LERECO members in a preliminary form and before their final publication. They may be papers which have been accepted or already presented in a national or international scientific conference, articles which have been submitted to a peer-reviewed academic journal, or chapters of an academic book. While not peer-reviewed, each of them has been read over by one of the scientists of SMART or LERECO and by one of the two editors of the series. However, the views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Noncommercial – NoDerivatives 4.0 International

Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire

Laurent PIET

SMART-LERECO, INRA, F-35000, Rennes, France.

Magali FEVRIER [1]

DRAAF Bretagne, Service Régional d'Information Statistique Économique, 3500 Rennes, France

Yvon LE CARO

UMR CNRS 6590 ESO Espaces et sociétés, Université Rennes 2, 35000 Rennes, France

Philippe MICHEL [1]

DRAAF Bretagne, Service Régional d'Information Statistique Économique, 35000 Rennes, France

Vincent PEREIRA [1]

Eiffage Rail Express, 35200 Rennes, France

[1] : au moment de l'écriture

Auteur pour la correspondance :

Laurent Piet
INRA, UMR 1302 SMART-LERECO
4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103
35011 Rennes cedex
Email : laurent.piet@inra.fr
Téléphone : 02 23 48 53 83

Les Working Papers SMART-LERECO n'engagent que leurs auteurs.
The views expressed in the SMART-LERECO Working Papers are solely those of their authors

Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire

Résumé :

Dans le cadre de l'Observatoire socio-économique de la LGV BPL, un groupe de travail spécifique a été mis en place pour étudier les impacts directs et indirects de l'infrastructure sur le secteur agricole. Associant l'ensemble des acteurs concernés par cette problématique, il a pour objectif de coordonner et suivre l'avancement de différentes études sur ce thème. Trois d'entre elles sont abordées ici en complément d'un état des lieux des grandes caractéristiques de l'activité agricole présente dans la zone concernée. Sont ainsi présentés un travail sur le degré de morcellement des parcellaires agricoles, un autre sur la dynamique des structures agricoles en matière de changement de taille, et enfin un dernier sur les stratégies d'adaptation déployées par les agriculteurs en réaction à un projet d'une telle envergure. Si ces différents travaux n'en sont pas encore tous à produire des résultats opérationnels, nous espérons qu'ils contribueront tous à objectiver les éléments de débat exprimés lors du lancement du projet et de la mise en place de l'Observatoire.

Mots-clés : infrastructure ferroviaire, exploitations agricoles, foncier, morcellement parcellaire, changement structurel, stratégies d'adaptation

Classification JEL : Q10, H54, L92

Farm issues in the Socio-economic Observatory of the high-speed line Bretagne Pays-de-la-Loire

Abstract

In the frame of the socio-economic monitoring of the Bretagne-Pays-de-la-Loire high-speed line (LGV BPL), a dedicated working group has been set up to study the direct and indirect impacts of the infrastructure on the farming sector. Gathering all the concerned stakeholders, this group aims to coordinate and follow the progress of the various studies on the topic. Three of this studies are presented here in addition to a benchmark description of the main agricultural characteristics in the concerned area. Are so reported a study on the degree of farmland fragmentation, another one on the size change dynamics of farms, and a last one dealing with farmers' adaptation strategies in reaction to such a large project. Even though these studies have not yet all produced operational results, we hope that they will all contribute to objectivize the debate which arose when the project was launched and the observatory was set up.

Keywords: railway line, farms, farmland, land fragmentation, structural change, adaptation strategies

JEL classification: Q10, H54, L92

Le volet agricole de l'Observatoire Socio-Économique de la LGV Bretagne Pays-de-la-Loire

1. Introduction

Si l'évaluation de l'impact environnemental des grandes infrastructures est assez rodée, moins fréquente et moins évidente sur un plan théorique et pratique est l'appréciation de l'effet socio-économique, c'est-à-dire les conséquences en termes de développement territorial.

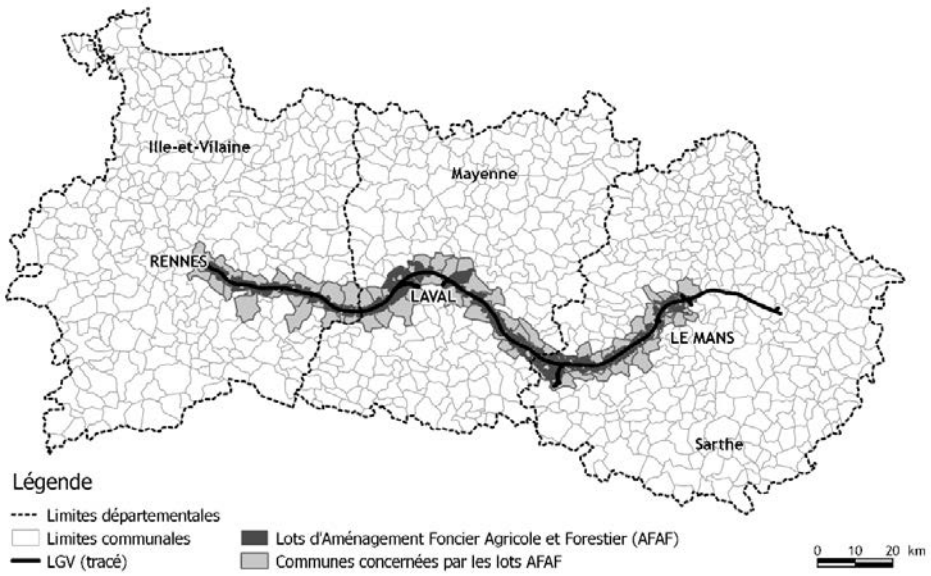
L'Observatoire socio-économique (OSE) de la Ligne à Grande Vitesse (LGV) Bretagne Pays-de-la-Loire (BPL) vise donc à offrir tous les éléments d'appréciation souhaitables sur les effets directs ou indirects de la ligne nouvelle pour les territoires concernés, aussi bien dans le cadre institutionnel des comités de suivi de réalisation du projet ou du comité d'orientation de l'OSE que vis-à-vis de l'ensemble de la population. Celle-ci est en effet en droit d'attendre, étant donné le coût et les dommages occasionnés par une telle infrastructure, la démonstration de ses bénéfices réels directs ou indirects et non plus simplement théoriques ou supposés comme au moment de l'étude d'impact préalable à la déclaration d'utilité publique.

Dès les échanges préalables à l'élaboration du programme d'études de l'OSE, l'impact de la LGV sur l'activité agricole a été identifié comme un axe de travail nécessitant une attention particulière. Le poids économique de cette activité sur les territoires traversés par l'infrastructure et les attentes exprimées par les représentants de la profession agricole justifient pleinement cet effort d'observation.

Le préfet de région Bretagne, préfet coordonnateur du projet de LGV BPL, a ainsi souhaité mettre en place, dès 2013, à la demande des organisations professionnelles agricoles, un observatoire agricole sur l'impact de la LGV. Aujourd'hui pleinement intégré au sein du cadre plus général de l'OSE, ce volet agricole, animé par la Direction Régionale de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Forêt (DRAAF) Bretagne, se veut le pendant de l'observation des impacts de la LGV sur l'environnement en matière d'effet sur les territoires ruraux. Il vise à étudier les conséquences de la nouvelle ligne sur l'agriculture, après un diagnostic des structures agricoles touchées par l'ouvrage et un suivi de leur évolution dans le temps (production, emploi, foncier et moyens de production, pratiques agricoles).

Un groupe de travail dédié, associant l'ensemble des acteurs concernés par cette problématique[1] a été mis en place, afin de consolider le programme d'études sur ce volet et suivre son avancement. Après bientôt quatre ans de fonctionnement, cette instance a permis d'engager l'ensemble des études définies collectivement, dont un aperçu est livré ci-après. Certains de ces travaux n'en étant qu'à leur début, on n'en présente ici que la problématique, les objectifs ainsi que des premiers éléments d'analyse qui laissent entrevoir le type de résultats auxquels ils devraient permettre d'aboutir. Ainsi, même s'il est encore trop tôt pour se prononcer sur l'impact de la LGV, la dynamique d'études engagée et soutenue par les représentants de la profession agricole, devrait permettre de répondre, à terme, aux objectifs visés par l'OSE.

Figure 1 : Localisation des périmètres d'aménagement foncier agricole et forestier (AFAF) et des communes concernées



[1] DRAAF, Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), Directions Départementales des Territoires et de la Mer (DDTM), Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Associations Agricoles Départementales des Expropriés (ADE), Conseils départementaux, Chambres d'agriculture, SNCF Réseau, Eiffage Rail Express (ERE).

2. Le contexte agricole

Avec ses 182 km de voies entre Le Mans et Rennes, auxquels s'ajoutent 32 km de raccordements aux lignes existantes, le tracé de la LGV représente une emprise foncière de 2300 hectares répartis sur 57 communes des départements d'Ille-et-Vilaine, Mayenne et Sarthe. La future délimitation des emprises de la ligne, nécessaire à l'exploitation-maintenance, devrait permettre de réduire cette surface d'environ 600 ha. Au-delà de ce prélèvement foncier, ce sont près de 50 000 hectares, répartis sur 71 communes en 17 lots (figure 1 et tableau 1), qui ont dû être réaménagés au titre de la procédure d'aménagement foncier agricole et forestier (AFAF).

Afin de déceler un éventuel effet de la LGV sur l'évolution de l'activité agricole, indépendant des facteurs conjoncturels, trois zones d'étude ont été définies (figure 2) :

- la zone « traversée », constituée des communes directement traversées par la ligne ou présentes dans une bande de 500 mètres de part et d'autre du tracé (62 communes) ;
- la zone « tampon », constituée des communes limitrophes aux précédentes (116 communes) ;
- la zone « témoin », regroupant les communes situées dans une bande de trois fois la largeur de la zone traversée (236 communes).

Un premier travail a alors consisté à caractériser les structures agricoles de ces trois zones grâce aux données du Recensement agricole (RA) 2010, afin d'établir un « état zéro » avant le démarrage des travaux de construction de la LGV, en 2012[2].

En 2010, les exploitations ayant leur siège dans la zone traversée sont plus nombreuses en Mayenne, devant la Sarthe et enfin Ille-et-Vilaine (tableau 2). La répartition départementale des exploitations constatée dans la zone traversée n'apparaît pas différente de celle observée dans les zones tampon et témoin. Quant à elle, la surface agricole utile (SAU) exploitée totale est plus importante en Sarthe, puis en Mayenne et enfin en Ille-et-Vilaine. Là aussi, les différences constatées ne varient pas en fonction des zones étudiées.

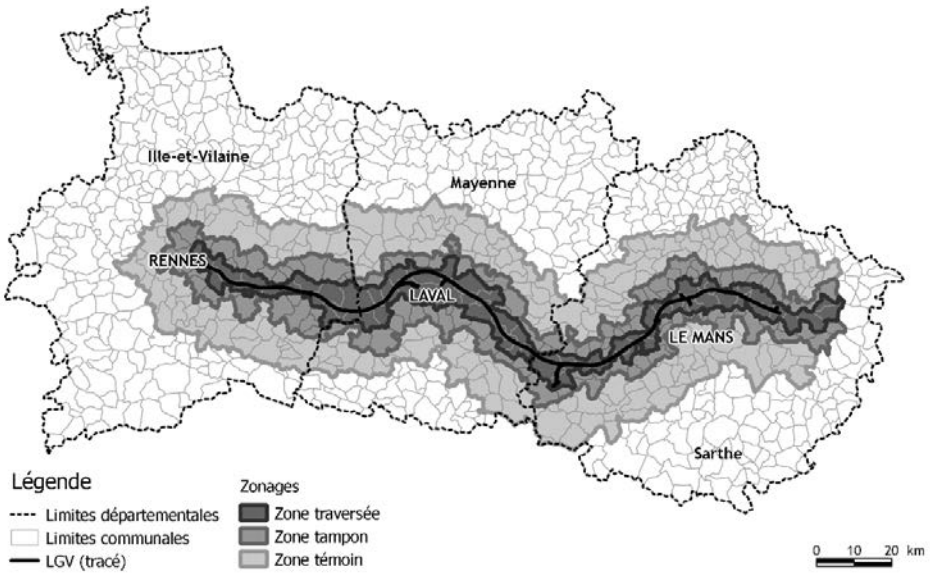
[2] En toute rigueur, on ne peut exclure que les agriculteurs aient anticipé l'impact de la future ligne et pris certaines dispositions dans cette perspective bien avant le démarrage des travaux proprement dit, les études préliminaires à la construction ayant débuté dès la fin des années 90. En ce sens, l'état des lieux réalisé à partir du RA 2010 ne peut pas être considéré avec certitude comme représentant un « état zéro ». Il permet néanmoins d'avoir une image précise du secteur agricole juste avant cette phase cruciale de l'histoire de l'infrastructure.

Tableau 1 : Les 17 lots d'aménagement foncier agricole et forestier et les surfaces correspondantes

Lot AFAF	Communes	Surface (ha)
	Ille-et-Vilaine	
35_1	Cesson-Sévigné, Chantepie, Chateaugiron, Domloup, Noyal-sur-Vilaine, Ossé	3 619
35_2	Domagné, Piré-sur-Seiche	1 416
35_3	Cornillé, Louvigné-de-bais	1 279
35_4	Torcé, Vergéal	1 407
35_5	Argentré-du-Plessis, Domalain, Etrelles	1 812
35_6	Brielles, Gennes-sur-Seiche, Le Pertre	2 579
Sous-total Ille-et-Vilaine		*12 112*
	Mayenne	
53_A	Beaulieu-sur-Oudon, Montjean, Ruillé-le-Gravelais, Saint-Cyr-le-Gravelais	2 191
53_B	Ahuillé, Le Genest-Saint-Isle, Loiron, Saint-Berthevin	5 139
53_C	Changé, Saint-Germain-le-Fouilloux, Saint-Jean-sur-Mayenne	1 994
53_D	Argentré, Bonchamp-lès-Laval, La Chapelle-Anthenaise, Louverné, Louvigné, Soulgé-sur-Ouette	4 580
53_E	La Bazouge-de-Chémeré, Bazougers, Saint-Denis-du-Maine	3 194
53_F	Ballée, Chémeré-le-Roi, La Cropte, Epineux-le-Seguin, Préaux, Saulges	3 099
Sous-total Mayenne		*20 197*
	Sarthe	
72_1	Asnières-sur-Vègre, Auvers-le-Hamon, Chevillé, Fontenay-sur-Vègre, Juigné-sur-Sarthe, Poillé-sur-Vègre	7 288
72_2	Chantenay-Villedieu, Pirmil, Saint-Pierre-des-Bois, Tassé	2 352
72_3	Maigné, Vallon-sur-Gée	1 294
72_4	Brains-sur-Gée, Chaufour-Notre-Dame, Chemiré-le-Gaudin, Coulans-sur-Gée, Crannes-en-Champagne, Souligné-Flacé	2 713
72_5	Aigné, La Bazoge, La Chapelle-Saint-Aubin, Cures, Degré, Lavardin, La Milesse, La Quinte, Trangé	3 478
Sous-total Sarthe		*17 125*
Total		*49 434*

Source : ERE

Figure 2 : Les trois zones définies pour l'étude de l'impact de la LGV sur le secteur agricole



Dans les zones tampon et témoin, l'Ille-et-Vilaine compte plus d'exploitations que la Sarthe mais une SAU totale inférieure. Avec 45 ha de SAU par exploitation en moyenne, les exploitations bretilliennes ont en effet une taille moyenne plus faible qu'en Mayenne (environ 50 ha) et dans la Sarthe (plus de 65 ha).

Cependant, malgré une dimension physique plus faible, les exploitations d'Ille-et-Vilaine présentent une dimension économique globalement plus importante puisque la part des exploitations dites « moyennes et grandes »[3] y est plus élevée qu'en Mayenne et équivalente à celle observée dans la Sarthe, quelle que soit la zone. Globalement, la part des exploitations « moyennes et grandes » est un peu plus élevée dans la zone traversée (72%) que dans les zones tampon et témoin (où elle vaut 68%).

[3] C'est-à-dire celles présentant un potentiel économique de production, mesuré par la Production Brute Standard, supérieur ou égal à 25 000 Euros (Agreste, 2011).

Tableau 2 : Principales caractéristiques agricoles en 2010 dans les trois zones identifiées

Zone	Ille-et-Vilaine	Mayenne	Sarthe	Ensemble
Nombre d'exploitations				
Traversée	483 (30%)	631 (39%)	511 (31%)	1 625 (100%)
Tampon	843 (36%)	852 (36%)	661 (28%)	2 356 (100%)
Témoin	1 669 (32%)	2 048 (39%)	1 548 (29%)	5 265 (100%)
Surface Agricole Utile totale (ha)				
Traversée	21 425 (23%)	34 597 (38%)	35 456 (39%)	91 478 (100%)
Tampon	35 464 (28%)	41 774 (33%)	47 590 (38%)	124 828 (100%)
Témoin	73 154 (26%)	103 743 (37%)	101 838 (37%)	278 735 (100%)
Surface Agricole Utile moyenne par exploitation (ha)				
Traversée	44,36	54,83	69,39	56,29
Tampon	42,12	49,03	72,00	53,01
Témoin	43,83	50,66	65,79	52,94
Part des exploitations « moyennes et grandes » (%)				
Traversée	77	65	76	72
Tampon	71	61	73	68
Témoin	71	68	65	68
Part des exploitations en agriculture biologique (%)				
Traversée	3,0	2,7	4,3	3,3
Tampon	4,1	3,3	5,5	4,4
Témoin	3,1	3,4	4,0	3,5
Part des exploitations sous label de qualité [a] (%)				
Traversée	7,2	34,6	6,9	14,4
Tampon	8,0	29,2	5,0	11,8
Témoin	7,2	20,7	5,3	10,1

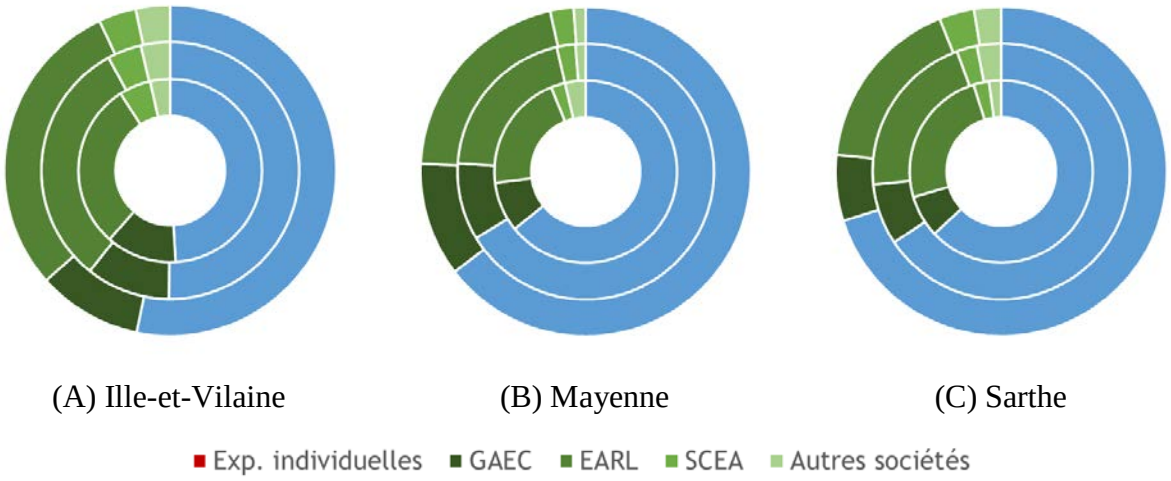
Source : Agreste, RA 2010

[a] : Indication Géographique Protégée (IGP), Appellation d'Origine Contrôlée (AOC) et Label Rouge (bovins et volailles) ; il s'agit ici de la somme des parts des exploitations produisant sous l'une au moins de ces appellations.

Il y a globalement peu d'exploitations orientées en agriculture biologique, cependant leur proportion est légèrement plus importante dans la Sarthe que dans les deux autres départements quelle que soit la zone considérée. Du fait des volailles en label rouge, la Mayenne se démarque des autres départements en ce qui concerne la production ayant un label de qualité, une exploitation sur cinq, voire une sur trois dans la zone traversée, étant concernée contre moins d'une sur dix en Sarthe et dans l'Ille-et-Vilaine.

L'analyse des statuts juridiques (figure 3) montre que, quelle que soit la zone, la part des exploitations sociétaires est nettement plus forte en Ille-et-Vilaine, où elle avoisine les 50%, que dans les deux autres départements où elle représente au maximum 30 à 40% des effectifs. Parmi ces formes sociétaires, ce sont les Exploitations Agricoles à Responsabilité Limitée (EARL) qui sont les plus représentées dans les trois départements et les trois zones, devant les Groupements Agricoles d'Exploitation en Commun (GAEC, environ 10% partout), les Sociétés Civiles d'Exploitation Agricole (SCEA, moins de 5%) et les autres formes d'associations.

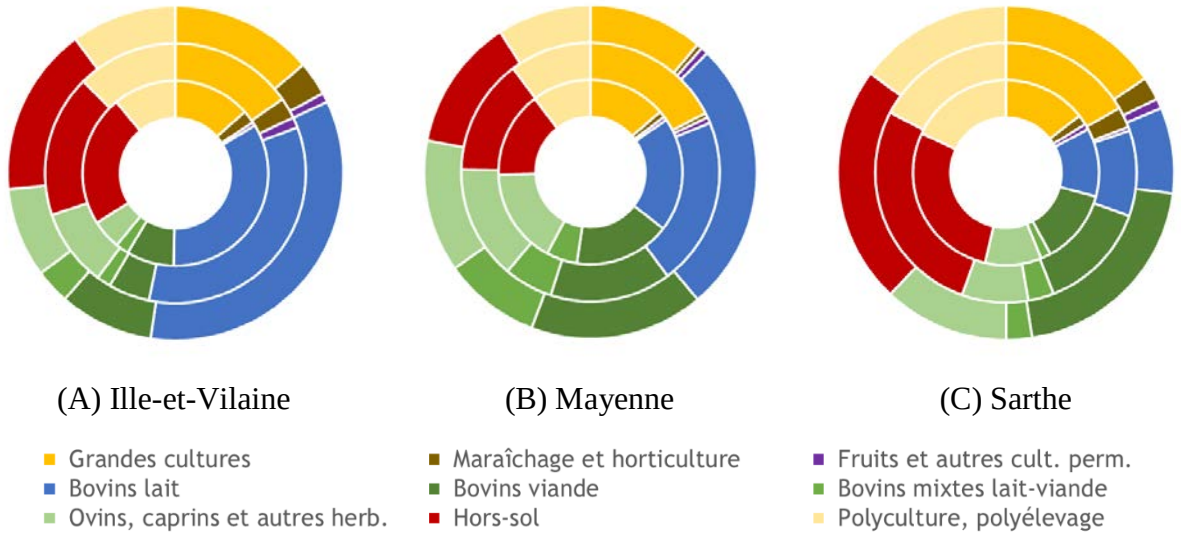
Figure 3 : Répartition des exploitations par statuts juridiques



Source : Agreste, RA 2010

Note : dans chaque panel, le cercle intérieur correspond à la zone traversée, le cercle intermédiaire à la zone tampon et le cercle extérieur à la zone témoin ; GAEC = Groupement Agricole d'Exploitation en Commun ; EARL = Exploitation Agricole à Responsabilité Limitée ; SCEA = Société Civile d'Exploitation Agricole

Figure 4 : Répartition des exploitations par orientations technico-économiques



Source : Agreste, RA 2010

Note : dans chaque panel, le cercle intérieur correspond à la zone traversée, le cercle intermédiaire à la zone tampon et le cercle extérieur à la zone témoin

Enfin, la figure 4 montre que, sans surprise, les exploitations des trois zones sont avant tout orientées vers l'élevage, celles spécialisées en grandes cultures ne représentant jamais plus de 15% de l'effectif, et celles spécialisées dans le maraîchage, l'horticulture ou les cultures fruitières étant très minoritaires. Les exploitations spécialisées en élevage bovins laitiers et hors-sol sont majoritaires dans les trois zones, la production de granivores étant relativement plus importante dans la zone traversée que dans les deux autres. L'Ille-et-Vilaine se caractérise par une spécialisation forte en élevage laitier, avec plus de 30% des exploitations concernées quelle que soit la zone. Dans la Sarthe, la production de granivores est relativement la plus importante avec près de 30% des exploitations, devant les exploitations diversifiées de polyculture et polyélevage (près de 20%). Enfin, la répartition des exploitations mayennaises est plus équilibrée entre spécialistes en bovins viande et mixtes lait-viande (20 à 25%), en bovins laitiers (environ 20%), et autres herbivores (surtout ovins et caprins ; environ 15%) et granivores (environ 15%).

3. Impact de la LGV sur le morcellement parcellaire

Parmi les thématiques abordées, l'étude du morcellement des parcellaires des exploitations agricoles revêt un intérêt double. D'une part le morcellement des exploitations caractérise le paysage mais aussi l'organisation spatiale des unités agricoles elles-mêmes, ce qui peut avoir des conséquences sur leurs performances techniques et économiques (Latruffe et Piet, 2014 ; Pauchard *et al.*, 2016). D'autre part, la construction de la ligne et les procédures d'aménagement foncier associées conduisent à une réorganisation des parcelles des exploitations concernées. Si l'on s'attend à ce que cet impact soit *a priori* positif en raison même des objectifs assignés à l'aménagement foncier, il convient, en premier lieu, de mesurer si celui-ci a bel et bien une contribution spécifique dans l'évolution des parcellaires et, en second lieu, de quantifier l'amélioration attendue. Pour atteindre ces objectifs, il s'est tout d'abord agi d'établir une méthode de caractérisation du degré de morcellement des parcellaires et de réaliser un état des lieux pour chacune des zones identifiées. Les résultats présentés ici concernent ainsi l'année 2010.

3.1. Données mobilisées

Le calcul d'indicateurs de morcellement a nécessité la mobilisation de deux sources de données géographiques complémentaires.

En premier lieu, la localisation des îlots de culture a été réalisée grâce au registre parcellaire graphique (RPG). Il s'agit d'une source administrative mise en place depuis 2002, copropriété de l'Agence de Service et de Paiement (ASP) et du ministère de l'Agriculture de l'Alimentation et de la Forêt (MAAF) et utilisée dans le cadre du versement des aides agricoles européennes de la Politique Agricole Commune (PAC). Chaque agriculteur, dans le cadre de la constitution de son dossier de demande des aides PAC, doit alimenter le RPG en dessinant le contour de ses îlots de culture en s'appuyant sur un fond ortho-photographique, et en précisant la nature et la surface de chacune des cultures associées.

En deuxième lieu, les services de l'État (DRAAF et DDT) procèdent chaque année à une localisation des sièges d'exploitation à partir des adresses déclarées par les agriculteurs, en s'appuyant sur les fichiers IGN.[4] Grâce à un identifiant unique, les sièges ainsi repérés ont pu être associés aux îlots du RPG. On a ainsi d'abord sélectionné toutes les exploitations ayant au

[4] En l'absence d'information suffisamment précise, certains sièges ont été localisés au bourg ou au centroïde de la commune, selon les départements. En Bretagne, les sièges concernés représentent moins de 1% du total.

moins un îlot dans l'une des trois zones considérées, puis tous les îlots des exploitations correspondantes afin de pouvoir disposer d'un parcellaire complet pour chacune.

3.2. Calculs des indicateurs

Pour chaque exploitation, ont été calculés le nombre d'îlots, les distances entre îlots, et les distances de chaque îlot avec le siège, les surfaces de chacun des îlots et la surface totale de l'exploitation. Les calculs de distance ont été réalisés « à vol d'oiseau » à partir des centroïdes des îlots. S'inspirant des travaux antérieurs réalisés par la DRAAF Bretagne sur le sujet et d'autres issus de la littérature (Saint-Cyr, 2013), huit indicateurs de morcellement, outre le nombre d'îlots lui-même (n), ont ensuite été calculés à partir de ces données (les définitions mathématiques formelles sont données en annexe) :

- la distance moyenne des îlots au siège, dc ;
- la distance moyenne pondérée au siège, dc_p, dans laquelle la distance d'un îlot au siège est pondérée par sa surface. Autrement dit, cet indicateur mesure la distance moyenne d'un hectare de l'exploitation par rapport à son siège ;
- la distance moyenne entre îlots, di ;
- la distance moyenne pondérée entre îlots, di_p, dans laquelle la distance entre chaque paire d'îlots est pondérée par les surfaces des deux îlots considérés ;
- la distance moyenne normalisée du plus proche îlot voisin, ppv, qui, contrairement à la précédente, ne considère pas l'ensemble des distances entre îlots mais seulement les distances entre chaque îlot et son plus proche voisin, et tient compte de la taille globale de l'exploitation ;
- l'indice de Shannon (Eiden *et al.*, 2000), Sh, permettant de mesurer l'hétérogénéité de taille des îlots. Plus les surfaces des îlots sont homogènes et plus l'indice prend une valeur élevée, l'indice augmentant également avec le nombre d'îlots ;
- l'indice de Januszewski (King et Burton, 1982), Jan, mesurant également le degré d'hétérogénéité dans les tailles des îlots, l'indice étant d'autant plus faible que les tailles sont homogènes ;
- et enfin l'indice « lunule » (Pauchard, 2012 ; Piet et Cariou, 2013), $lune$, mesurant la part de la surface totale de l'exploitation incluse dans un disque de surface équivalente centré sur le siège de l'exploitation. Ainsi, plus l'indice est faible et plus les îlots sont

éloignés du siège, plus l'indice est proche de 1 et plus les îlots sont regroupés autour du siège.

3.3. Résultats

En pratique, l'analyse montre qu'un seul indicateur ne permet pas de caractériser pleinement le morcellement, les corrélations entre certains d'entre eux étant faibles ce qui semble indiquer le caractère multidimensionnel du morcellement (tableau 3). Tous ne se révèlent cependant pas indispensables, certains étant *a contrario* très corrélés. Sur cette base, ont été retenus dans la suite le nombre d'îlots (n), la distance moyenne au siège (dc), la distance moyenne entre îlots (di), la distance moyenne normalisée au plus proche îlot voisin (ppv), l'indice de Shannon (Sh) et l'indice « lunule » ($lune$).

Tableau 3 : Matrice de corrélation des indicateurs de morcellement pour la zone traversée en 2010

	n	dc	dc_p	di	di_p	ppv	Sh	Jan	$lune$
n	1,00								
dc	0,25	1,00							
dc_p	0,35	0,80	1,00						
di	0,21	0,94	0,68	1,00					
di_p	0,25	0,95	0,77	0,98	1,00				
ppv	-0,03	0,52	0,46	0,59	0,60	1,00			
Sh	0,89	0,28	0,39	0,24	0,28	0,03	1,00		
Jan	-0,79	-0,29	-0,38	-0,25	-0,29	-0,06	-0,97	1,00	
$lune$	-0,39	-0,26	-0,41	-0,18	-0,22	-0,19	-0,54	0,62	1,00

Source : ASP-MAAF, RPG 2010 – Calculs DRAAF Bretagne

Note : n = nombre d'îlots ; dc = distance moyenne au siège ; dc_p = distance moyenne pondérée au siège ; di = distance moyenne entre îlots ; di_p = distance moyenne pondérée entre îlots ; ppv = distance moyenne du plus proche voisin ; Sh = indice de Shannon ; Jan = indice de Januszewski ; $lune$ = indice « lunule » (cf. texte).

Presque tous les indicateurs retenus montrent que, dans la zone traversée, le parcellaire est moins morcelé en Mayenne que dans les autres départements (tableau 4) : le nombre d'îlots y est plus faible ; la distance moyenne au siège est d'environ 1,3 km en moyenne alors qu'elle dépasse 1,4 km en Ille-et-Vilaine et 1,7 km dans la Sarthe ; de même, la distance entre îlots y est en moyenne inférieure à 2 km alors que, là aussi, elle les dépasse en Ille-et-Vilaine et avoisine 2,7 km dans la Sarthe ; la distance normalisée du plus proche îlot voisin est en moyenne de 200 m en Mayenne et en Ille-et-Vilaine tandis qu'elle est proche de 260 m dans la Sarthe ; l'indice « lunule » dépasse 47% contre environ 42% dans les deux autres départements. Seul l'indice de Shannon, plus faible, montre que, en moyenne, les îlots des exploitations mayennaises présentent des tailles plus hétérogènes, Ille-et-Vilaine et Sarthe étant caractérisées par des valeurs très proches de ce point de vue.

Tableau 4 : Indicateurs de morcellement moyens dans la zone traversée en 2010

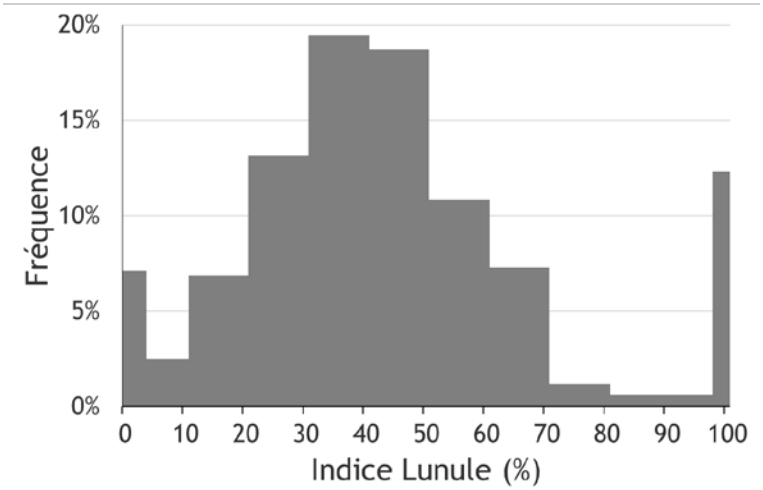
	Zone traversée			
	Ille-et-Vilaine	Mayenne	Sarthe	Ensemble
Nombre d'exploitations	433	555	471	1 459
SAU par exploitation (ha)	49,1	61,7	74,6	62,1
Nombre moyen d'îlots	8,9	6,6	9,6	8,2
Distance moyenne au siège (m)	1 431,4	1 301,5	1 706,0	1 468,2
Distance moyenne entre îlots (m)	2 051,4	1 924,0	2 665,4	2 196,3
Distance moyenne du plus proche voisin (m)	202,0	199,6	259,7	219,7
Indice de Shannon moyen	1,57	1,24	1,61	1,45
Indice « lunule » (%)	42,6	47,4	41,6	44,1

Source : ASP-MAAF, RPG 2010 – Calculs DRAAF Bretagne

À l'échelle de la zone traversée, l'indice « lunule » présente une répartition proche d'une courbe gaussienne (figure 5) si l'on exclut les valeurs extrêmes de la distribution. Ces dernières correspondent à des exploitations soit très dispersées, avec un indice proche de zéro, soit très

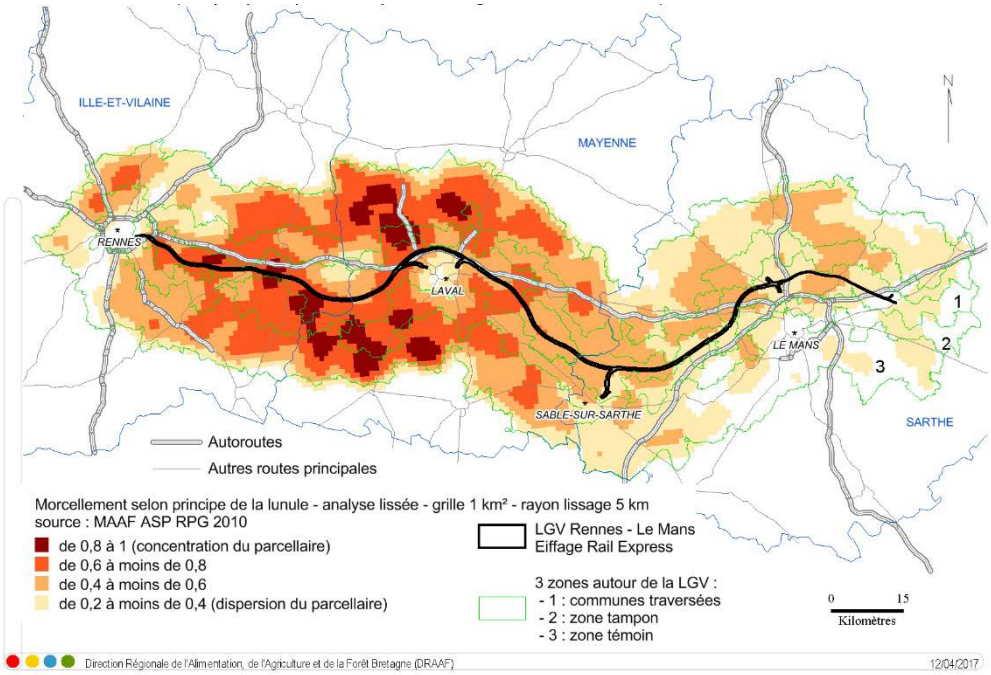
concentrées, avec un indice proche de 100%, qui présentent en majorité une SAU inférieure à 10 ha.

Figure 5 : Distribution de l'indice « lunule » pour la zone traversée en 2010



Source : ASP-MAAF, RPG 2010 – Calculs DRAAF Bretagne

Figure 6 : Carte lissée du morcellement des exploitations ayant leur siège dans les trois zones en 2010 selon l'indice « lunule »



Source : ASP-MAAF, RPG 2010 – Calculs DRAAF Bretagne

La répartition géographique de l'indice « lunule » permet de faire ressortir les zones où le morcellement est sensiblement plus élevé qu'ailleurs (figure 6). La carte présentée a été obtenue par lissage des valeurs de l'indice localisées aux sièges d'exploitation selon un carroyage du territoire utilisant une grille de 1 km de côté et un rayon de lissage de 5 km. Il apparaît que la Sarthe présente un morcellement plus important puisque l'indice « lunule » y est plus faible quelle que soit la zone considérée. Il en est de même dans les parties nord-est et sud-ouest de la zone témoin en Ille-et-Vilaine. En revanche, la Mayenne présente un parcellaire relativement moins dispersé (*i.e.*, un indice « lunule » plus élevé), en particulier à l'ouest du département, quelle que soit la zone.

Il est maintenant prévu de répéter l'analyse avec les données de 2015, voire 2016, afin de mesurer l'évolution du degré de morcellement des parcellaires depuis 2010 et ainsi mesurer l'impact des procédures d'aménagement foncier. L'analyse sera particulièrement poussée, d'une part, à l'échelle des périmètres AFAF directement concernés par la restructuration des parcellaires et, d'autre part, en tenant compte de la localisation des îlots relativement à la ligne, selon qu'ils sont ou non situés du même côté que leur siège d'exploitation. Enfin, la prise en compte de la nature des cultures portées par les îlots devrait permettre d'évaluer si, au-delà du seul remodelage « géométrique » des parcellaires, l'aménagement foncier a également eu un impact sur les systèmes de production eux-mêmes.

4. Impact de la LGV sur l'évolution des structures agricoles

Afin de mesurer l'éventuel impact de la LGV sur la dynamique des exploitations agricoles, un deuxième travail vise, d'une part, à évaluer si l'évolution des structures à l'intérieur de la zone traversée est différente de celles observées dans les zones tampon et témoin et, d'autre part, à mesurer si cette dynamique a changé de façon spécifique et significative dans la zone traversée depuis la construction de la LGV.

4.1. Les données utilisées

Les données utilisées sont ici celles de la base des cotisants non-salariés (COTNS) produite par la Caisse Centrale de la Mutualité Sociale Agricole (CCMSA). Celles-ci présentent en effet le double avantage d'être annuelles et quasi-exhaustives, ce qui les rend plus appropriées aux objectifs poursuivis ici que les enquêtes statistiques produites par le Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du MAAF.

En effet, étant annuelles, les données COTNS permettent un suivi longitudinal fin des changements affectant les individus et les exploitations, contrairement au RA qui ne fournit qu'une photographie décennale, et aux enquêtes sur la structure des exploitations agricoles (ESEA) qui, elles, n'ont lieu que tous les deux à trois ans entre deux recensements. Le Réseau d'Information Comptable Agricole (RICA) fournit quant à lui des données annuelles mais, contrairement aux données COTNS, ne porte que sur un échantillon limité d'exploitations (7,000 à 7,500 par an) et ne permet pas d'étudier les processus d'entrée et de sortie du secteur à l'échelle individuelle[5]. Les données COTNS permettent un tel suivi puisqu'elles sont quasi-exhaustives, couvrant tout le champ des individus, personnes physiques, cotisant au régime des non-salariés agricoles une année donnée. Par rapport au champ du RA, ne sont donc exclues que, d'une part, les très petites exploitations non soumises à cotisation et, d'autre part, les exploitations dont toute la main d'œuvre serait salariée.

Les données COTNS recensent les individus en activité au 1er janvier de chaque année. Par convention, on considère alors que les individus présents dans la base de l'année n représentent, de fait, la population présente au cours de l'année précédente, $n-1$. Disposant des données COTNS labellisées « 2004 » à « 2015 », on observe donc les populations présentes de 2003 à 2014. Par ailleurs, les données concernant les individus, un travail préalable de consolidation au niveau des exploitations est nécessaire. Il convient ainsi, tout d'abord, de sélectionner les individus relevant du champ des « exploitants agricoles » au sens le plus proche possible du RA[6]. Pour ce faire, on a appliqué les critères utilisés par le SSP dans le cadre du Bilan Annuel de l'Emploi Agricole (Agreste, 2016). On a ensuite réalisé les traitements du protocole proposé par Piet et Saint-Cyr (2016) pour consolider les données individuelles à l'échelle des exploitations.

[5] Les exploitations qui, une année donnée, « apparaissent » dans les données du RICA ne correspondent pas forcément à des exploitations nouvellement installées mais seulement à des exploitations qui commencent à participer au réseau. Réciproquement, les exploitations qui « disparaissent » de l'échantillon RICA ne correspondent pas forcément à des cessations d'activité mais seulement à des exploitations qui arrêtent de participer au réseau. Théoriquement, les données du RA pourraient permettre un tel suivi des exploitations et donc un repérage des entrées/sorties mais, en pratique, il s'avère difficile de raccorder les enquêtes successives, les identifiants des exploitations changeant d'un recensement à l'autre. Ce suivi est en revanche possible avec les enquêtes « structures » mais seulement sur la décennie du recensement duquel elles découlent, ce qui ne permet pas de réaliser des études sur un plus long terme.

[6] D'autres individus que les « exploitants agricoles » cotisent en effet à la MSA au titre des non-salariés comme certains artisans ruraux, les conchyliculteurs, les sylviculteurs, etc.

Tableau 5: Comparaison des bases RA et MSA pour 2010

Zone	Ille-et-Vilaine		Mayenne		Sarthe		Ensemble	
	RA	*MSA*	RA	*MSA*	RA	*MSA*	RA	*MSA*
Nombre d'exploitations								
Traversée	483	*428*	631	*555*	511	*479*	1 625	*1 462*
Tampon	842	*757*	852	*730*	661	*627*	2 355	*2 114*
Témoin	1 669	*1 450*	2 048	*1 852*	1 548	*1 476*	5 265	*4 778*
Surface Agricole Utile totale (ha)								
Traversée	21 425	*20 177*	34 597	*35 004*	35 456	*35 074*	91 478	*90 255*
Tampon	35 464	*33 014*	41 774	*39 824*	47 590	*45 986*	124 828	*118 824*
Témoin	73 154	*68 402*	103 743	*99 120*	101 838	*94 581*	278 735	*262 103*
Surface Agricole Utile moyenne par exploitation (ha)								
Traversée	44,36	*47,14*	54,83	*63,07*	69,39	*73,22*	56,29	*61,73*
Tampon	42,12	*43,61*	49,03	*54,55*	72,00	*73,34*	53,01	*56,21*
Témoin	43,83	*47,17*	50,66	*53,52*	65,79	*64,08*	52,94	*54,86*

Source : Agreste, RA 2010 et CCMSA, COTNS « 2011 » – Traitement INRA, UMR SMART-LERECO

Afin de valider la pertinence des données de la CCMSA pour le travail envisagé, les résultats obtenus grâce à COTNS en termes de nombre d'exploitations, de SAU totale et de SAU moyenne par exploitation ont alors été comparés avec ceux observés dans le RA pour l'année 2010, pour chacune des trois zones et chacun des trois départements. En première analyse, le tableau 5 (qui reprend une partie des données du tableau 2) montre ainsi une très bonne concordance des deux sources sur les trois critères. On note cependant que les exploitations identifiées grâce à COTNS sont systématiquement moins nombreuses que celles observées dans le RA. Outre que cela est cohérent avec la non-totale concordance des champs des deux enquêtes expliquée plus haut, l'écart ne dépasse pas 10% sur les trois zones prises dans leur ensemble, les écarts étant les plus faibles dans la Sarthe et un peu plus forts en Mayenne mais ne dépassant pas 15%. La SAU totale est également systématiquement plus faible dans COTNS que dans le RA, à l'exception de celle obtenue pour la zone traversée dans la Mayenne, supérieure d'un peu plus de 400 ha, soit à peine plus de 1%. Ailleurs, les écarts ne dépassent pas 7%. Au final, les surfaces moyennes par exploitation sont un peu supérieures dans COTNS par rapport au RA mais là encore les écarts ne dépassent pas 15% et les hiérarchies entre zones

et départements sont respectées. Globalement, on en conclut que la concordance satisfaisante des deux bases mise en évidence par Piet et Saint-Cyr (2016) à l'échelle nationale et départementales s'applique également à notre échelle infra-départementale.

4.2. La méthode des matrices de transition ou « chaînes de Markov »

Les données à l'échelle des exploitations obtenues à partir de la base COTNS permettent de construire des matrices de transition qui peuvent être utilisées dans le cadre de la méthode dite des « chaînes de Markov » (Berchtold, 1998 ; Butault et Delame, 2005). Pour ce faire, la population des exploitations est tout d'abord répartie chaque année selon un nombre donné de catégories, puis on dénombre alors les passages d'une catégorie à une autre entre deux années consécutives (rester dans la même catégorie étant considéré comme une transition à part entière). En outre, une catégorie supplémentaire est introduite afin de représenter les entrées et les sorties. Enfin, on déduit de ces matrices les « probabilités de transition » correspondantes, caractérisant les processus d'entrée, de sortie et de changement de catégorie ; on ne présente ici que les probabilités dites stationnaires, c'est-à-dire celles calculées en moyenne sur une période donnée[7].

Pour cette étude, les transitions qu'il est possible d'étudier grâce aux données COTNS sont les changements de taille mesurée en hectares de SAU, les changements de statuts juridiques, et les changements d'orientations productives. Dans le présent article, on ne rapporte que les premiers résultats concernant les changements de taille. Il convient de noter que, au demeurant, la méthode ne permet de mettre en évidence que les changements de *catégories* de taille, et non les changements de taille en eux-mêmes : en effet, un changement effectif de taille (à la hausse ou à la baisse) peut n'être pas suffisant pour entraîner un changement de catégories, selon la définition retenue pour ces dernières. Ceci conduit à une certaine sous-estimation des processus mais permet néanmoins de comparer les dynamiques entre elles.

Ici, on a retenu les 8 classes de taille suivantes : (1) moins de 5 hectares de SAU ; (2) de 5 à moins de 10 ha ; (3) de 10 à moins de 20 ha ; (4) de 20 à moins de 30 ha ; (5) de 30 à moins de 50 ha ; (6) de 50 à moins de 100 ha ; (7) de 100 à moins de 200 ha et ; (8) 200 ha et plus. Comme évoqué plus haut, à ces 8 catégories s'ajoute une neuvième, celle des entrées et sorties. À ce propos, les traitements réalisés actuellement à partir de la base COTNS ne permettent pas

[7] Voir par exemple Berchtold (1998), Butault et Delame (2005) ou encore Zimmermann *et al.* (2009) pour une présentation détaillée du formalisme mathématique sous-jacent.

d'identifier de façon explicite, d'une part, les nouvelles installations au sein des « entrées » et, d'autre part, les cessations d'activités au sein des « sorties ». En effet, on parlera d'« entrée » lorsqu'une exploitation, observée une année donnée, n'était pas présente dans la base l'année précédente et, réciproquement, de « sortie » lorsqu'une exploitation, observée une année donnée, ne l'est plus l'année suivante. Ainsi, les « entrées » et « sorties » peuvent également correspondre à de simples ré-immatriculations liées, par exemple, à un changement de statut juridique.

4.3. Résultats

Afin de pouvoir étudier si la construction de la LGV a un impact spécifique et significatif sur la dynamique d'agrandissement des exploitations concernées, il faut tout d'abord mesurer quelles ont été ces évolutions avant la construction de la ligne, et les comparer à celles des autres zones sur la même période. Le tableau 6 présente ainsi la matrice des probabilités de transition obtenue pour la zone traversée sur 2003-2010, soit l'observation de 7 transitions annuelles sur la période précédant le début du chantier de construction proprement dit. Comme le montrent la somme de la colonne *N*-1 ou celle de la ligne *N*, ce sont ainsi 12,235 transitions individuelles qui ont pu être observées sur la période considérée.

Chaque case de la matrice représente la probabilité pour une exploitation d'être observée dans la catégorie en colonne une année donnée sachant qu'elle se trouvait dans la catégorie en ligne l'année précédente. Ainsi, par exemple, une exploitation dont la SAU était comprise entre 5 ha et 10 ha une année donnée entre 2003 et 2009, a 3% de chances de diminuer de taille au point de faire moins de 5 ha l'année suivante, 84,4% de chances de rester dans la même catégorie, 1,1% de chances de s'agrandir au point de faire 10 à 20 ha, etc. En outre, 10,9% de ces exploitations sont sorties entre 2004 et 2010, la probabilité de sortie s'obtenant en effet comme le rapport entre les sorties constatées une année donnée et la population en place l'année précédente. De même, la probabilité d'entrée est calculée comme le rapport entre les entrées constatées une année donnée et la population en place l'année précédente. Ainsi, par exemple, les exploitations, entrées avec moins de 5 ha une année donnée, représentaient 8,3% des exploitations en place dans la même catégorie l'année précédente.

Tableau 6 : Matrice des probabilités de transition stationnaire 2003-2010 pour la zone traversée, soit 12,235 transitions individuelles

%		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	Sortie	*N-1*
(1)	< 5 ha	**83,2**	0,3	0,2	0,0	0,2	0,4	0,1	0,1	**15,5**	*1 507*
(2)	5 à <10 ha	**3,0**	**84,4**	**1,1**	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	**10,9**	*758*
(3)	10 à < 20 ha	**1,2**	**2,2**	**85,2**	**1,3**	0,6	0,5	0,1	0,0	**8,9**	*830*
(4)	20 à < 30 ha	**1,4**	0,5	**2,5**	**83,9**	**3,3**	**1,3**	0,1	0,0	**7,0**	*791*
(5)	30 à < 50 ha	0,8	0,1	**1,2**	**1,5**	**84,1**	**4,2**	0,4	0,0	**7,8**	*1 987*
(6)	50 à < 100 ha	0,2	0,1	0,1	0,3	**1,6**	**89,0**	**2,3**	0,1	**6,5**	*3 684*
(7)	100 à < 200 ha	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	**2,0**	**93,8**	0,6	**3,2**	*1 586*
(8)	200 et +	0,0	0,0	0,0	0,0	**1,0**	0,0	**1,0**	**98,0**	0,0	*101*
Entrée		**8,3**	**7,8**	**4,2**	**4,3**	**4,3**	**4,5**	**3,2**	**4,0**		
N		*1 815*	*731*	*800*	*751*	*1 855*	*3 580*	*1 635*	*117*		

Source : CCMSA, COTNS 2011 – Traitement INRA, UMR SMART-LERECO
Note : les probabilités inférieures à 0,1% sont grisées, celles supérieures à 1% sont en gras ; la colonne N-1 correspond à la somme des effectifs observés une année donnée sur la période 2003-2009 ; la ligne N correspond à la somme des effectifs observés une année donnée sur la période 2004-2010.

La matrice obtenue montre que les probabilités les plus élevées sont celles qui figurent sur sa diagonale, c'est-à-dire que, en moyenne, les exploitations de la zone traversée ont peu changé de taille d'une année sur l'autre sur la période considérée, en tous cas trop peu pour que les changements de catégories soient nombreux. Il s'agit là d'un résultat classique dans la littérature en économie agricole concernant ces matrices (Krenz, 1964 ; Chavas et Magand, 1988 ; Zepeda, 1995 ; Gillespie et Fulton, 2001 ; Karantininis, 2002 ; Stokes, 2006 ; Tonini et Jongeneel, 2008 ; Zimmermann et Heckelei, 2012 ; Piet et Saint-Cyr, 2016 ; Storm *et al.*, 2016). On constate également que les probabilités d'entrée et de sorties diminuent avec la taille et que, jusqu'à 100 ha, la probabilité de sortie est supérieure à la probabilité d'entrée. Jusqu'à 20 ha et au-delà de 100 ha, la probabilité de passer à une des catégories inférieures est plus faible que celle de passer à une des catégories supérieures, l'inverse s'observant entre 20 et 100 ha. Au final, la matrice met en évidence à la fois une diminution du nombre total d'exploitations (la somme des entrées ne compensant pas la somme des sorties), et, malgré tout, une tendance globale à l'agrandissement, les effectifs des moins de 100 ha ayant diminué sur la période alors que ceux des plus de 100 ha ont augmenté.

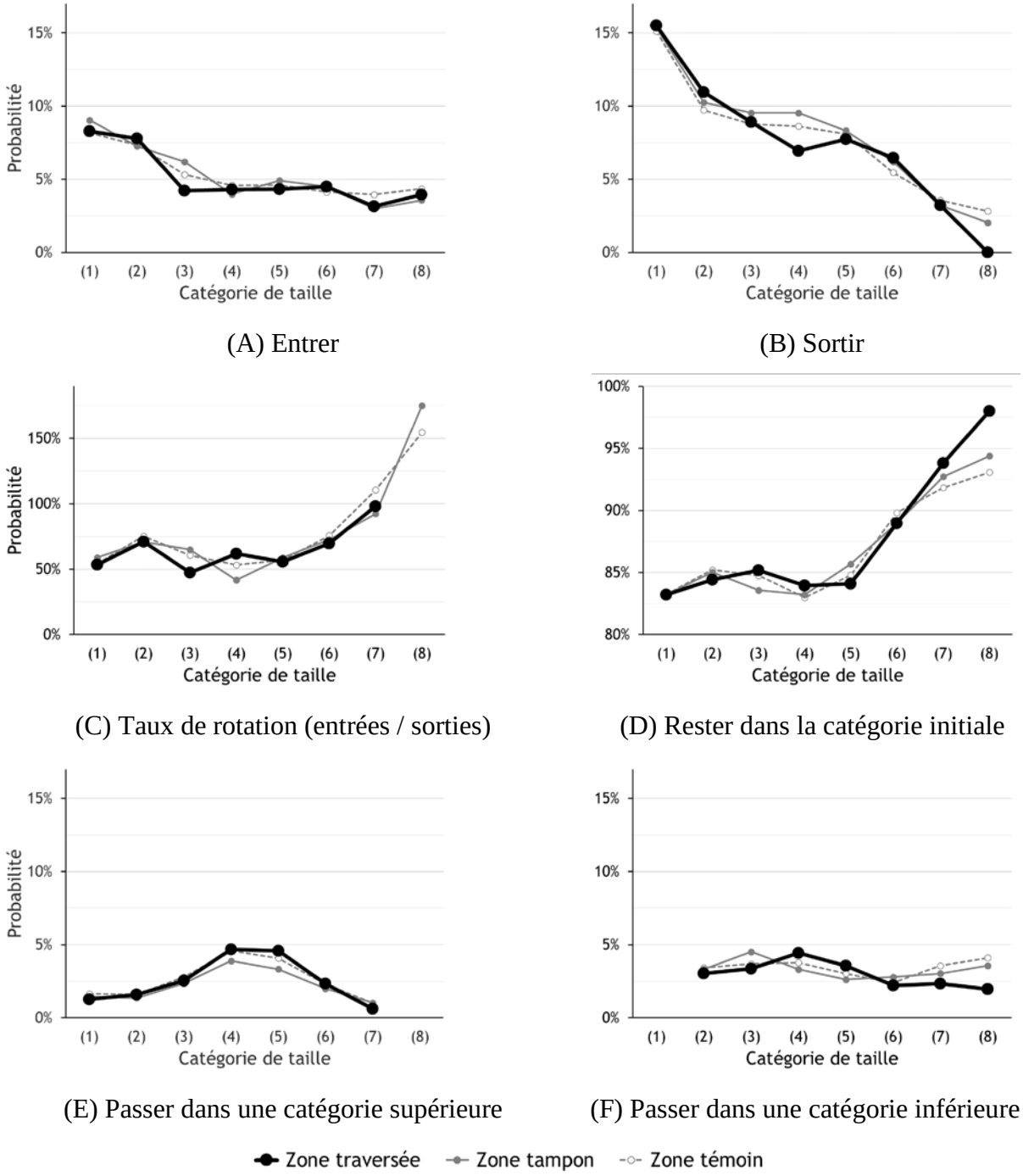
Afin de vérifier si les évolutions observées dans la zone traversée avant la construction de la LGV étaient singulières ou non, on a construit les matrices équivalentes pour les zones tampon et témoin sur la même période. La figure 7 présente ainsi les différents types de probabilités (entrer, sortir, rester dans la catégorie initiale, passer dans une catégorie supérieure, et passer dans une catégorie inférieure), ainsi que le « taux de rotation », rapport du nombre des entrées sur le nombre des sorties. On constate que, globalement, les profils sont très similaires sur les trois zones, quelle que soit la transition considérée. Tout au plus peut-on noter que les probabilités d'entrer avec une SAU comprise entre 10 et 20 ha et de sortir quand la SAU est comprise entre 20 et 30 ha semblent légèrement inférieures dans la zone traversée, en particulier par rapport à la zone tampon. Il en résulte que, pour ces deux classes de tailles, le taux de rotation est, respectivement, légèrement supérieur et légèrement inférieur. La probabilité de rester dans la catégorie des plus de 200 ha est quant à elle supérieure dans la zone traversée, ce qui s'explique essentiellement par le fait qu'aucune sortie n'a été observée dans cette catégorie dans cette zone sur la période, rendant également impossible le calcul du taux de rotation pour cette catégorie. On touche là une des limites de la méthode, la population des exploitations de plus de 200 ha étant deux à quatre fois plus faible dans la zone traversée, du fait de son extension limitée, que dans les deux autres zones, ce qui réduit *de facto* la probabilité d'observer un changement les concernant.

Au final, ces premières analyses semblent montrer que les dynamiques observées dans la zone traversée ne différaient pas de façon significative avant la construction de la ligne, même si, comme on l'a déjà évoqué plus haut, les agriculteurs ont pu anticiper l'impact de la future ligne et prendre certaines dispositions sur la période considérée, la matrice présentée ici ne pouvant dès lors être considérée comme représentant exactement un « état zéro » des dynamiques avant LGV. Il reste maintenant à étudier comment ces dynamiques ont évolué après 2010, c'est-à-dire après le début du chantier, et voir en particulier si elles montrent un décrochage par rapport aux deux autres zones, ce qui révèlerait alors un impact attribuable de façon assez probable à l'infrastructure. Pour l'heure, le nombre d'années disponible après 2010 est encore trop limité pour pouvoir construire des matrices suffisamment robustes et informatives.

Afin de poursuivre ce travail, il est également prévu d'étudier, selon la même méthode, si un impact spécifique et significatif de la LGV peut être mis en évidence sur les dynamiques en matière de changement de statut juridique et d'orientation productive. Enfin, des analyses complémentaires conduites au niveau individuel selon la méthode dite « des effets de traitement » (Rubin, 1974 ; Heckman et Vytlacil, 2007 ; Angrist, 2008) permettra d'étudier de

façon spécifique et plus en détail certains des processus pris en compte ici (entrée, sortie, agrandissement, etc.).

Figure 7 : Probabilités de transition stationnaires sur la période 2003-2010 : (A) Entrée ; (B) Sortie ; (C) Taux de rotation (entrées / sorties) ; (D) Rester dans la catégorie initiale ; (E) Passer dans une catégorie supérieure ; (F) Passer dans une catégorie inférieure



(A) Entrer

(B) Sortir

(C) Taux de rotation (entrées / sorties)

(D) Rester dans la catégorie initiale

(E) Passer dans une catégorie supérieure

(F) Passer dans une catégorie inférieure

Source : CCMSA, COTNS 2011 – Traitement INRA, UMR SMART-LERECO

5. Stratégies d'agriculteurs face aux changements induits par le passage de la LGV

Enfin, un travail qualitatif sur la manière dont les agriculteurs concernés construisent des stratégies face aux changements induits chez eux par la LGV a été confié à deux « ateliers professionnels » successifs[8] du Master 2 Aménagement et collectivités territoriales (ACT) de l'Université Rennes 2. Nous en donnons ici les principaux attendus méthodologiques et les résultats les plus significatifs.

5.1. Les objectifs et méthodes de l'étude

La mission confiée aux étudiant-e-s consistait à interroger un panel de 40 agriculteurs et agricultrices[9] afin de comprendre l'impact de la LGV sur leur exploitation, d'identifier les logiques à l'œuvre dans les perceptions qu'ils en ont et dans les représentations qu'ils s'en font, le tout permettant de suggérer des améliorations aux outils d'accompagnement déjà mis en place en modulant ceux-ci selon une typologie de profils. Ce que les étudiants ont résumé ainsi : « *Quels sont les facteurs et les outils donnant aux agriculteurs la capacité à faire face à un grand projet d'infrastructure tel que la LGV ?* » (Alègre *et al.*, 2016, p. 11).

L'échantillon visait à représenter la diversité des agriculteurs le long de la ligne selon une liste de critères : dimension foncière, mode de faire-valoir, orientation technico-économique et statut de l'exploitation, localisation par département et en distance à la ligne, âge de l'exploitant, impact foncier de la ligne sur le parcellaire de l'exploitation[10]. Afin de mobiliser un nombre suffisant de volontaires, la constitution de l'échantillon a été confiée aux trois Associations Agricoles Départementales des Expropriés (ADE). Si ce choix de passer par l'intermédiaire des

[8] Nous tenons à remercier chaleureusement les étudiant-e-s des deux groupes concernés pour leur investissement et la qualité des analyses proposées. Il s'agit en 2014-2015 d'Alexis Gougeon, Célia Lecomte, Anne-Laure Martin et Audrey Roussel, et en 2015-2016 d'Aurélie Alègre, Emilie Cuesta, Pauline Coudray, Corentin Daniel et Charline Meslin. Ces ateliers ont bénéficié de l'encadrement d'Agnès Lemoine (professeur associée à l'Université Rennes 2), de Vincent Pereira (au titre de maître d'ouvrage de l'étude) et d'Yvon Le Caro (maître de conférence en géographie et aménagement des espaces ruraux à l'Université Rennes 2). À noter qu'ils ont été conduits en concertation avec le lycée agricole Théodore Monod dont les étudiant-e-s de BTSA Analyse, Conduite et Stratégie de l'Entreprise agricole (ACSE) ont construit une grille d'analyse des résultats comptables d'une partie des 40 agriculteurs interrogés ; leurs résultats visent à être comparés à des résultats futurs et ne font pas l'objet du présent article.

[9] Dans la suite de l'article, par souci de lisibilité, le masculin est utilisé pour représenter les deux genres.

[10] Les exploitations amenées à disparaître sont hors échantillon, mais certaines ayant dû délocaliser leur bâti en font partie.

structures assurant l'interface entre les exploitants et le maître d'ouvrage de la LGV est sans doute plus mobilisateur, elle introduit nécessairement un biais dans la sélection des personnes à contacter. L'échantillon retenu permet de couvrir différentes orientations productives : 24 exploitations sont laitières, 7 élèvent des volailles, 8 des porcs, 14 sont orientées viande bovine et 7 ont des productions plus rares dans la région[11]. Leur taille varie de 5 à 195 ha (moyenne 97 ha). 16 exploitants ont été interrogés en Ille-et-Vilaine, 13 en Mayenne et 11 en Sarthe. Une « charte d'engagements » a été signée avec chacun d'eux, afin de garantir la confidentialité des données recueillies. La place manque ici pour détailler la méthodologie mais il faut souligner la qualité des rencontres menées par des binômes étudiants, qui ont souvent duré deux heures, sur la base d'une grille d'entretien précise, de plans parcellaires détaillés et de notations et photos de terrain.

5.2. Les hypothèses à prendre en compte pour comprendre l'(in)adapation à la ligne

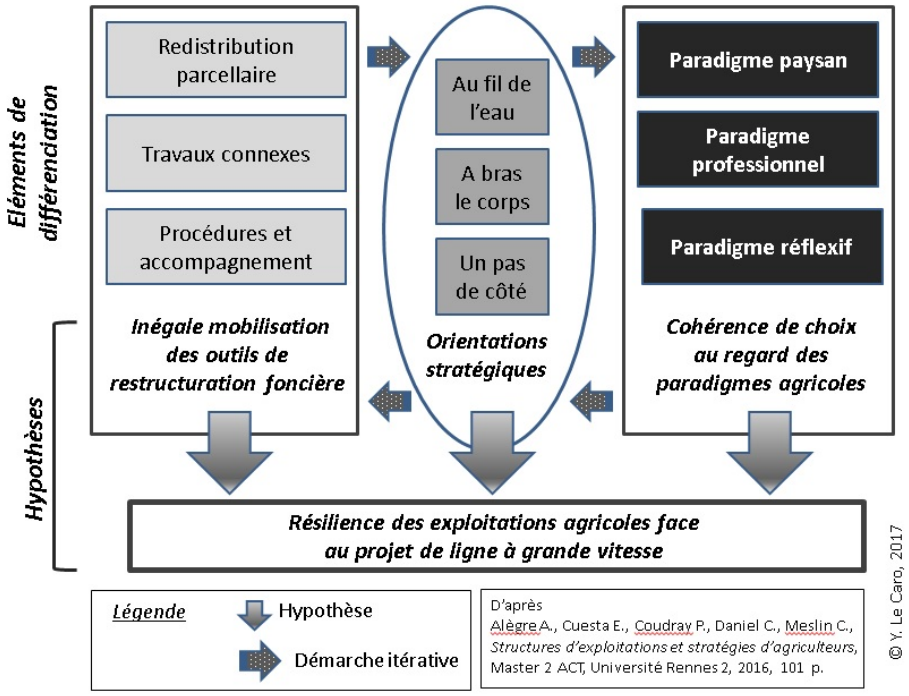
L'analyse repose sur trois hypothèses (figure 8). La première est que les agriculteurs vivent et s'adaptent à la LGV au regard du paradigme agricole principal qui assure la cohérence de leurs choix. Croix (1998) a clairement démontré que le rapport à la terre des agriculteurs nécessitait de distinguer trois paradigmes agricoles qui coexistent aujourd'hui. Le paradigme paysan, dominant dans la société paysanne telle que décrite par Mendras (1967), a cédé la place au paradigme professionnel qui est aujourd'hui la référence de la profession agricole. Mais cet ensemble de normes professionnelles est depuis les années 80 secoué par l'émergence de questions nouvelles (Hervieu, 1993) et d'une publicisation multiforme des enjeux agricoles (Croix, 1998). Il en résulte un nouveau paradigme, que nous appelons « réflexif » (Le Caro, 2016, p. 568) tant devient impérative une réflexion critique permanente pour conduire son exploitation.

La seconde hypothèse tient à la diversité des stratégies d'entreprises que les agriculteurs mobilisent face à une évolution de leur environnement (Bonneviale *et al.*, 1989). Trois stratégies principales face à la LGV ont d'abord été identifiées sur la base des récits recueillis : « au fil de l'eau » (improvisation et faible anticipation), « à bras le corps » (attitude proactive et projective) et « un pas de côté » (rebondir autrement ou ailleurs). Nous avons supposé

[11] Le total est supérieur à 40 car seulement exploitations 23 sont spécialisées.

qu'elles donnaient des résultats différents en termes d'adaptation au changement, une stratégie proactive semblant mieux correspondre aux attentes des acteurs de l'aménagement par exemple.

Figure 8 : Facteurs ayant une incidence sur la capacité des exploitations à faire face à la LGV



La troisième hypothèse retenue repose sur l'inégale mobilisation des outils d'accompagnement pour ou par les divers agriculteurs potentiellement concernés. Après la phase initiale de négociation du tracé et des indemnisations, dont les entretiens témoignent avec un peu de recul, c'est l'aménagement foncier agricole et forestier qui constitue l'outil majeur qui permet de restaurer les capacités productives des exploitations concernées. Parce qu'inégalement appropriés par les agriculteurs, les trois volets de ce dispositif, à savoir la restructuration parcellaire, les travaux connexes et l'accompagnement par l'ensemble des organismes impliqués, peuvent expliquer des différences dans la perception de l'espace restructuré mais également certaines erreurs vécues comme des inégalités de traitement.

5.3. Les résultats majeurs et les recommandations associées

Si l'analyse des entretiens a visé la validation des trois hypothèses, elle a également consisté en un aller-retour entre elles de manière à saisir aussi les liens entre les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les agriculteurs, les paradigmes dans lesquels ils situent leur action et les outils qu'ils pouvaient mobiliser en matière d'aménagement foncier. Les facteurs sont liés, la manière de mobiliser les outils permet d'éprouver les stratégies et les paradigmes en place (lecture de gauche à droite de la figure 8) tandis que ces derniers orientent les stratégies retenues qui modifient la capacité à mobiliser les outils (lecture de droite à gauche de la figure 8). Nous ne donnons ci-après qu'un aperçu très partiel des résultats obtenus.

Les agriculteurs qui, par leur attachement à la transmission familiale des terres et une certaine réserve vis-à-vis des organisations professionnelles perçues comme trop invasives, semblent proches du paradigme paysan, se révèlent effectivement plus en difficulté pour saisir les divers outils disponibles et faire évoluer leur système d'exploitation. Il faut toutefois noter que les quatre-cinquièmes des agriculteurs rencontrés ont une expérience positive de la redistribution parcellaire. Sur le fond la procédure d'aménagement foncier est donc plébiscitée comme outil majeur de la résilience des exploitations, tout particulièrement pour les exploitations laitières (accès au pâturage) et d'élevage bovin à l'herbe (îlots cohérents et équipés). Les difficultés viennent des travaux connexes, pour lesquels les trois-quarts des agriculteurs concernés, y compris dans le paradigme professionnel, se sont sentis peu écoutés sur des questions essentielles comme les clôtures, le drainage et la gestion des eaux de surface. Proposer un accompagnement spécifique aux agriculteurs les plus éloignés des organisations professionnelles, et considérer davantage les compétences des agriculteurs en général dans l'aménagement concret de leur espace sont donc deux premières recommandations importantes issues de l'étude.

Dans le domaine de l'accompagnement par les acteurs, en particulier par les ADE mais aussi par le maître d'ouvrage de la ligne, les capacités d'action dépendent beaucoup des stratégies mises en œuvre, les exploitants qui prennent « à bras le corps » le changement pouvant espérer en optimiser les effets. Les résultats mettent à mal cette hypothèse car si sur certaines étapes du processus, telles que la négociation des indemnisations, l'accompagnement a pu concerner tout le monde (mais rappelons que les ADE ont orienté l'échantillon), d'autres étapes ont laissé quasiment tous les agriculteurs déconcertés, comme la phase du chantier proprement dit durant laquelle seuls les contacts personnels avec les chefs d'équipe ont pu compenser la mauvaise prise en compte des contraintes agricoles au quotidien par les donneurs d'ordre. De même

plusieurs agriculteurs sont restés choqués de ce qu'ils considèrent comme le « gaspillage » de terres végétales mal stockées et mal recyclées… Enfin, l'agriculture étant une activité où l'on doit penser le temps long, les échéances précises et irréversibles des procédures règlementaires sont mal comprises : pourquoi une bonne idée, parce que proposée hors délais, ne serait-elle pas recevable ? Il nous est donc possible de préconiser le maintien d'outils collectifs comme les ADE qui évitent une gestion trop différenciée des dossiers, mais aussi leur renforcement dans le domaine de l'animation procédurale et l'extension de leur champ d'action à l'expertise collective que pourraient construire les agriculteurs concernés dans des domaines moins juridiques et plus concrets comme les travaux connexes et la gestion matérielle des chantiers (accès routiers, modalités de terrassement des abords, flux de terre végétale).

Il reste enfin des aspects du réaménagement des espaces qui entraînent des incompréhensions du fait que le monde agricole et les organismes qui pilotent les aménagements ne sont pas sur la même « longueur d'ondes ». Ainsi les éleveurs, qui vivent à plein « l'effet tunnel » d'une telle infrastructure (elle passe mais ne dessert pas leur commune), comprennent mal qu'on puisse leur opposer « les coûts » pour refuser un boviduc permettant de passer les animaux sans détour sur les îlots restés de l'autre côté de la ligne, *a fortiori* lorsque cela permet de maintenir une alimentation au pâturage, écologiquement intéressante. À l'inverse, les maîtres d'ouvrage de l'infrastructure (ERE) et des aménagements fonciers (les Conseils départementaux) ont du mal à admettre les réticences des agriculteurs chez qui doivent s'actualiser les « compensations écologiques » nécessaires pour crédibiliser leur projet au regard des appels d'offre, de la loi et plus largement de la société dans son ensemble. L'étude montre d'ailleurs que les exploitants interrogés n'ont pas d'opposition de principe à la plantation de haies et aux aménagements écologiques en général, mais qu'ils souhaitent que cela reste « proportionné » aux enjeux agricoles afférents. Il existe donc de réelles possibilités de négociation en rapprochant ces éléments pour que, donnant-donnant, la qualité agricole des aménagements progresse en parallèle de leur qualité écologique. On irait ainsi concrètement dans le sens que le législateur vient d'indiquer en ajoutant l'adjectif « environnemental » à l'aménagement foncier agricole et forestier[12].

[12] Article 80 de la Loi n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

6. Conclusion

La construction d'une infrastructure telle que la LGV BPL, par l'emprise territoriale qu'elle nécessite et les réaménagements fonciers qu'elle implique, a indubitablement un impact fort sur les activités agricoles situées sur le tracé ou à proximité. Bien que prévu par le maître d'ouvrage dès la mise en place d'un suivi des effets directs et indirects de la ligne, le volet agricole de l'Observatoire socio-économique s'est vu renforcé en réponse aux préoccupations de la profession afin, d'une part, d'engager des travaux de façon concertée sur un ensemble élargi de thématiques et, d'autre part, de capitaliser les connaissances et l'expérience acquises en vue de futurs projets du même type.

Les études présentées ici reflètent, avec des degrés divers d'avancement, la richesse et la diversité des analyses conduites dans ce cadre. Celles sur le morcellement parcellaire et la dynamique des structures se sont pour l'instant concentrées sur la réalisation d'un état des lieux avant la mise en route du chantier. Le secteur agricole n'étant évidemment pas, comme tout autre, une activité économique figée, analyser l'impact d'une infrastructure telle que celle-ci doit en effet s'attacher à répondre à deux questions : l'infrastructure a-t-elle modifié de façon significative les évolutions en cours ? Si oui, cet impact est-il spécifique, c'est-à-dire significativement différent de celui qu'auraient eu d'autres aménagements qui auraient pu affecter la zone et ont pu être observés ailleurs sur la même période (contournements routiers, zones d'activités commerciales, artisanales ou industrielles, urbanisation, etc.) ? Réaliser un état des lieux doit donc permettre de vérifier si, avant travaux, et malgré les éventuels effets d'anticipation pointés plus haut, les dynamiques de la zone concernée par l'infrastructure différaient déjà de celles observées ailleurs. Bien qu'il soit encore nécessaire d'approfondir les analyses, les premiers résultats présentés ici ne semblent pas mettre en évidence de réelle spécificité de la zone traversée par la LGV de ce point de vue.

À un niveau individuel, l'étude des stratégies d'adaptation des agriculteurs conduit à trois résultats principaux. En premier lieu, la mise en évidence de trois paradigmes principaux structurant le groupe social dans ses réactions face à l'infrastructure souligne la nécessité de prendre en compte la diversité des agriculteurs en proposant un accompagnement souple et ouvert à différentes sensibilités. Ensuite, certaines stratégies qui peuvent apparaître moins coopératives s'expliquent pour partie par un décalage entre le temps long du cycle de vie des exploitations agricoles, de l'ordre de la carrière et de la transmission intergénérationnelle, et le moyen terme des acteurs de l'aménagement qui visent avant tout la réalisation du projet et la mise en service de l'infrastructure dans les délais impartis. Dès lors, et enfin, l'accompagnement

d'un changement aussi marquant que le passage d'un tel grand ouvrage dans l'espace agricole nécessite une coordination efficace et sans a priori des différents acteurs qui mettent en œuvre la diversité des outils mobilisés, aussi bien du côté des aménageurs que de celui des agriculteurs.

Au-delà de la poursuite des différentes études engagées, visant à la fois à les approfondir et à lever autant que possible les limites méthodologiques qui ont été soulignées pour chacune, il nous semble nécessaire que le groupe de travail agricole de l'OSE continue à fonctionner même si l'infrastructure est en passe d'être achevée et mise en exploitation. Les impacts que l'on cherche à mettre en évidence s'inscrivent en effet sur la durée et mettent parfois du temps à se concrétiser. D'autant que, si elles ont débuté dès le milieu des années 2000 avec les premières interventions des Sociétés d'Aménagement Foncier et d'Établissement Rural (SAFER), les procédures de réaménagement foncier se sont achevées en 2015 seulement avec les dernières réattributions parcellaires. On manque donc encore de recul pour apprécier pleinement les effets induits. De ce point de vue, le Recensement agricole prévu pour 2020 marquera un jalon d'observation important.

Les travaux présentés ici montrent que, tout à la fois projet d'envergure mais malgré tout circonscrit à un territoire précis, la construction de la LGV BPL permet d'interroger différentes thématiques et disciplines, de la géographie à l'économie en passant par la sociologie, d'aborder différents objets de recherche, des personnes aux exploitations en passant par les parcellaires, ainsi que d'articuler différentes approches, aussi bien quantitatives que qualitatives, et différentes échelles, d'un échantillon restreint d'individus à la population entière des exploitations concernées, dans un même objectif. D'un point de vue scientifique, la construction de la LGV BPL représente donc une « expérience naturelle », un « laboratoire à ciel ouvert » offrant une opportunité unique d'observer, de modéliser et de chercher à comprendre le comportement d'acteurs confrontés à une telle modification de leur environnement physique et économique. Nous espérons que cette démarche contribuera à objectiver les éléments de débat qui ont pu s'exprimer lors du lancement du projet et de la mise en place de l'Observatoire, à la fois pour aider les acteurs concernés à mieux en comprendre les enjeux et les positions des uns et des autres, mais aussi pour mieux préparer l'avenir tant dans la zone BPL que sur le tracé de futures infrastructures du même type.

Références

Agreste (2011). Recensement agricole 2010. Premières tendances. *Agreste Primeur*, 266, 4 p.

Agreste (2016). Le bilan annuel de l'emploi agricole. Résultats 2014 et estimations 2015. *Agreste Chiffres et Données Agriculture*, 234, 71 p.

Alègre, A., Cuesta, E., Coudray, P., Daniel, C., Meslin, C. (2016). *Structures d'exploitations et stratégies d'agriculteurs*, Rapport dans le cadre du volet agricole de l'observatoire des effets socio-économiques de la LGV, Master 2 ACT (Aménagement et collectivités territoriales), Université Rennes 2, 101 p.

Angrist, J.D. (2008). Treatment effect. In Durlauf S. N. and Blume L. E. (eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics. Second Edition*. Palgrave Macmillan.

Berchtold, A. (1998). *Chaînes de Markov et modèles de transition : application aux sciences sociales*, Éditions Hermès, 284 p.

Bonneviale, J.R., Jussiau, R., Marshall, E. (1989). *Approche globale de l'exploitation agricole. Comprendre le fonctionnement agricole, une méthode pour la formation et le développement*, Educagri éditions, Dijon, réédition, 2013.

Butault, J.P., Delame, N. (2005). Concentration de la production agricole et croissance des exploitations. *Économie et Statistique*, 390(1): 47-64.

Chavas, J.P., Magand, G. (1988). A dynamic analysis of the size distribution of firms: The case of the US dairy industry. *Agribusiness*, 4(4): 315-329.

Croix, N. (1998). *La terre entre terroir et territoire. Mutations foncières et organisation des campagnes armoricaines méridionales (1968-1998)*, Thèse de géographie, Université de Nantes.

Eiden, G., Kayadjanian, M., Vidal, C. (2000). Capturing landscape structures: Tools. In *From land cover to landscape diversity in the European Union*, Report, European Commission.

Gillespie, J.M., Fulton, J.R. (2001). A Markov chain analysis of the size of hog production firms in the United States. *Agribusiness*, 17(4): 557-570.

Gougeon, A., Lecomte, C., Martin, A.L., Roussel, A. (2015). *Structures d'exploitation et stratégies d'agriculteurs. Etat initial et anticipation sur 21 exploitations concernées par la LGV*. Rapport dans le cadre du volet agricole de l'observatoire des effets socio-

économiques de la LGV, Master 2 ACT (Aménagement et collectivités territoriales), Université Rennes 2, 93 p.

Heckman, J.J., Vytlacil, E.J. (2007). Chapter 70 Econometric evaluation of social programs, Part I: Causal models, structural models and econometric policy evaluation. In Heckman J. J. and Leamer E. E. (eds.), Elsevier, *Handbook of Econometrics, 6 Part B*: 4779-4874.

Hervieu, B. (1993). *Les champs du futur*. François Bourin, Paris, 174 p.

Karantininis, K. (2002). Information-based estimators for the non-stationary transition probability matrix: an application to the Danish pork industry. *Journal of Econometrics*, 107(1-2): 275-290.

King, R., Burton, S. (1982). Land fragmentation: notes on a fundamental rural spatial problem. *Progress in Human Geography*, 6(4): 475-494.

Krenz, R.D. (1964). Projection of farm numbers for North Dakota with Markov chains. Agricultural. *Economics Research*, 16(3): 1-7.

Latruffe, L., Piet, L. (2014). Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France. *Agricultural Systems*, 129: 68-80.

Le Caro, Y. (2016). Inscriptions spatiales de l'urbanité en campagne : une approche topologique de l'expérience des agriculteurs dans l'ouest de la France. *Annales de Géographie*, 712: 564-589.

Mendras, H. (1967). *La fin des paysans*, A. Colin, Paris, réédition, 1970.

Pauchard, L. (2012). *Proposition d'une méthodologie pour un bilan cartographique des échanges parcellaires réalisés sur un territoire. Expérimentation sur la commune de Bain-de-Bretagne*. Mémoire de Master 2 Recherche, Université de Caen-Basse Normandie.

Pauchard, L., Madeline, P., Marie, M. (2016). L'échange parcellaire : une nouvelle étape dans l'aménagement foncier de l'Ouest français. *Norois*, 240(3): 7-24.

Piet, L., Cariou, S. (2013). *Le morcellement des exploitations agricoles françaises en 2007*, Working Paper SMART–LERECO n°13-05, 26 p.

Piet, L., Saint-Cyr, L.D.F. (2016). *Projection de la population des exploitations agricoles françaises à l'horizon 2025*, Working Paper SMART–LERECO n°16-11, 31 p.

Rubin, D. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and non-randomized studies. *Journal of Educational Psychology*, 66(5): 688-701.

Saint-Cyr, L.D.F. (2013). *Morcellement du parcellaire et performance des exploitations : une application à la Bretagne*. Mémoire de Master 2 Sciences de la Mer et du Littoral, Agrocampus Ouest, 76 p.

Stokes, J.R. (2006). Entry, exit, and structural change in Pennsylvania's dairy sector. *Agricultural and Resource Economics Review*, 35(2): 357-373.

Storm, H., Heckelei, T., Mittelhammer, R.C. (2016). Bayesian estimation of non-stationary Markov models combining micro and macro data. *European Review of Agricultural Economics*, 43(2): 303-329.

Tonini, A., Jongeneel, R. (2008). The distribution of dairy farm size in Poland: a Markov approach based on information theory. *Applied Economics*, 41(1): 55-69.

Zepeda, L. (1995). Asymmetry and nonstationarity in the farm size distribution of Wisconsin milk producers: an aggregate analysis. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(4): 837-852.

Zimmermann, A., Heckelei, T. (2012). Structural change of European dairy farms. A cross-regional analysis. *Journal of Agricultural Economics*, 63(3): 576-603.

Zimmermann, A., Heckelei, T., Perez Dominguez, I. (2009). Modelling farm structural change for integrated ex-ante assessment: review of methods and determinants. *Environmental Science and Policy*, 12(5): 601-618.

Annexe : Définition formelle des indicateurs de morcellement étudiés

Pour chaque exploitation dont les îlots sont identifiés par l'indice $i = 1, \dots, n$, et de surface totale $S = \sum_i S_i$, les indicateurs de morcellement suivants ont été calculés :

- la distance moyenne au siège : $dc = \frac{1}{n}\sum_i d_i$, où d_i est la distance à vol d'oiseau de l'îlot i au siège de l'exploitation ;
- la distance moyenne pondérée au siège : $dc_p = \frac{\sum_i S_i d_i}{S}$;
- la distance moyenne entre îlots : $di = \frac{1}{n(n-1)}\sum_i \sum_{j=i+1}^{n} d_{ij}$, où d_{ij} est la distance entre les îlots i et j ;
- la distance moyenne pondérée entre îlots : $di_p = \frac{\sum_i \sum_{j=i+1}^{n}(S_i+S_j)d_{ij}}{\sum_i \sum_{j=i+1}^{n}(S_i+S_j)}$;
- la distance moyenne normalisée du plus proche voisin : $nannd = \frac{\sum_i \arg\min_{j\neq i} d_{ij}}{n\sqrt{S/\pi}}$;
- l'indice de Shannon (Eiden *et al.*, 2000) : $Sh = -\sum_i p_i \ln(p_i)$, où $p_i = \frac{S_i}{S}$;
- l'indice de Januszewski (King et Burton, 1982) : $Jan = \frac{\sqrt{S}}{\sum_i \sqrt{S_i}}$;
- l'indice « lunule » (Pauchard, 2012 ; Piet et Cariou, 2013) : $lune = \frac{\sum_i (S_i - l_i)}{S}$, où l_i est la part du disque de surface S_i centré sur le centroïde de l'îlot i non contenue dans le disque de surface S centré sur le siège de l'exploitation :

$$l_i = r_i^2\left[\tan^{-1}\left(\frac{r_i^2 - R^2 + d_i^2}{\sqrt{\alpha\beta\gamma\delta}}\right) + \cos^{-1}\left(\frac{R - d_i}{r_i}\right) + \tan^{-1}\left(\frac{R - d_i}{\sqrt{\gamma\delta}}\right)\right]$$
$$- R^2\left[\tan^{-1}\left(\frac{r_i^2 - R^2 - d_i^2}{\sqrt{\alpha\beta\gamma\delta}}\right) + \frac{\pi}{2}\right] + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha\beta\gamma\delta}$$

où $R = \sqrt{S/\pi}$, $r_i = \sqrt{S_i/\pi}$, et $\alpha = r_i + R + d_i$, $\beta = R - r_i + d_i$, $\gamma = r_i - R + d_i$ et $\delta = r_i + R - d_i$.

Les **Working Papers SMART – LERECO** sont produits par l'UMR SMART-LERECO

- **UMR SMART-LERECO**

L'Unité Mixte de Recherche (UMR 1302) *Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie sur les Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires* comprend les unités de recherche en Economie de l'INRA de Rennes et de l'INRA de Nantes et les membres des Unités Pédagogiques de Rennes et Angers du département Economie, Gestion et Société d'Agrocampus Ouest.

Adresse:
UMR SMART-LERECO, 4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex

Site internet : https://www6.rennes.inra.fr/smart/

Liste complète des Working Papers SMART – LERECO :
https://www6.rennes.inra.fr/smart/Working-Papers-SMART-LERECO
https://ideas.repec.org/s/rae/wpaper.html
http://ageconsearch.umn.edu/handle/204962/

The **Working Papers SMART – LERECO** are produced by UMR SMART-LERECO

- **UMR SMART-LERECO**

The « Mixed Unit of Research » (UMR1302) *Laboratory for Empirical Research in Economics on Structures and Markets in Agriculture, Resources and Territories* is composed of the research units in Economics of INRA Rennes and INRA Nantes and of the members of the Agrocampus Ouest's Department of Economics, Management and Society who are located in Rennes and Angers.

Address:
UMR SMART-LERECO, 4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103, 35011 Rennes cedex

Website: https://www6.rennes.inra.fr/smart_eng/

Full list of the Working Papers SMART – LERECO:
https://www6.rennes.inra.fr/smart_eng/Working-Papers-SMART-LERECO
https://ideas.repec.org/s/rae/wpaper.html
http://ageconsearch.umn.edu/handle/204962/

Contact

Working Papers SMART – LERECO
INRA, UMR SMART-LERECO
4 allée Adolphe Bobierre, CS 61103
35011 Rennes cedex, France
Email : smart-lereco-wp@inra.fr

2019

Working Papers SMART – LERECO

UMR INRA-Agrocampus Ouest **SMART-LERECO** (Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie sur les Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires)

Rennes, France